

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-293776

(43) 公開日 平成5年(1993)11月9日

(51) Int. Cl.⁵
B25J 5/00

識別記号 庁内整理番号
C 8611-3F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数8 (全11頁)

(21) 出願番号 特願平4-126765

(22) 出願日 平成4年(1992)4月20日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 広瀬 真人

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72) 発明者 五味 洋

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72) 発明者 ▲高▼橋 秀明

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 吉田 豊 (外1名)

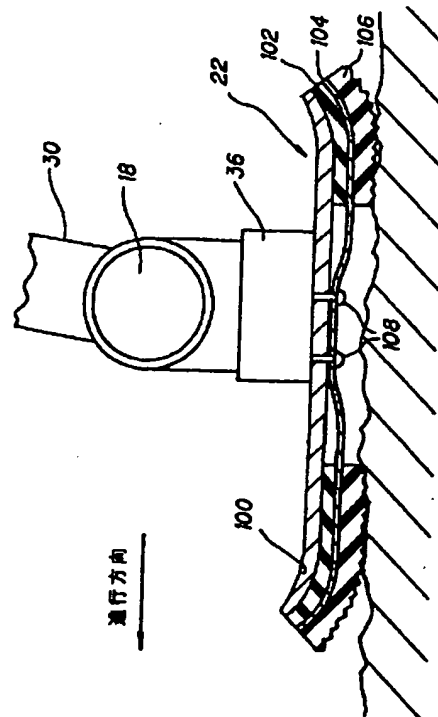
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脚式歩行ロボットの足部構造

(57) 【要約】 (修正有)

【構成】 2足の脚式歩行ロボットの足部22に着地衝撃を緩和する第1の弾性体102と、路面摩擦力を増加する第2の弾性体106とを板バネ104を介して分散、配置する。また足部の接地面積を低下させると共に、支持期のみ突出して自重を支持させる機構を設ける。

【効果】 鉛直方向軸まわりのモーメントを抑制しつつ安定した着地姿勢を得ることできる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数本の可動脚部を備えと共に、その可動脚部の先端に足部を設けて歩行自在とした脚式歩行ロボットにおいて、前記足部の足裏面に着地時の衝撃を緩和する弾性材を貼りつけると共に、該弾性材と足裏面との間に、遊脚の振り出しの反力により支持脚足平に発生する鉛直方向軸まわりの回転モーメントによる前記足裏面の弾性材の変形を低減する手段を設けたことを特徴とする脚式歩行ロボットの足部構造。

【請求項2】 前記弾性材の変形を低減する手段が、前記足裏面と弾性材との間に介挿される板バネであることを特徴とする請求項1項記載の脚式歩行ロボットの足部構造。

【請求項3】 前記弾性材の変形を低減する手段が、前記足裏面と弾性材との間に介挿されるバネダンパ機構であることを特徴とする請求項1項記載の脚式歩行ロボットの足部構造。

【請求項4】 前記足裏面の最表層に、前記遊脚の振り出しの反力により支持脚足平に発生する鉛直方向軸まわりの回転モーメントに対抗する接地力を増加させる第2の弾性材を分散して配置したことを特徴とする請求項1項ないし3項のいずれかに記載の脚式歩行ロボットの足部構造。

【請求項5】 複数本の可動脚部を備えと共に、その可動脚部の先端に足部を設けて歩行自在とした脚式歩行ロボットにおいて、前記足部の先端に足平部を弾性材を介して装着し、着地時に足平部に進行方向またはそれに直交する左右方向の軸まわりに発生する回転モーメントに応じて足平部と足部とを相対移動させ、よって着地時の衝撃を緩和する様にしたことを特徴とする脚式歩行ロボットの足部構造。

【請求項6】 前記弾性材の弾性係数を進行方向に位置するものと左右方向に位置するものとで相違させる様にしたことを特徴とする請求項5項記載の脚式歩行ロボットの足部構造。

【請求項7】 複数本の可動脚部を備えと共に、その可動脚部の先端に足部を設けて歩行自在とした脚式歩行ロボットにおいて、前記足部の平面形状を進行方向の前端部または後端部の少なくともいずれかにおいて幅狭にしたことを特徴とする請求項6項記載の脚式歩行ロボットの足部構造。

【請求項8】 前記幅狭にした部位に、前記ロボットの自重支持時に接地面積を増大する機構を備えたことを特徴とする請求項7項記載の脚式歩行ロボットの足部構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は脚式歩行ロボットの足部構造に関し、より具体的には着地時の衝撃を緩和しつつ安定に着地すると共に、着地面を良く把持して確実に

自重を支持する様にした脚式歩行ロボットの足部構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 ロボット、特に自律型の2足歩行などの脚式歩行ロボットは、姿勢を崩すことなく歩行させるために、着地するときも安定した姿勢のまま路面に良くならない、路面からの接地時の反力を可能な限り低減させることが望ましい。その意図から本出願人は先に特開平3-184781号公報において2足の脚式歩行ロボットに適した足部構造を提案している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、脚式歩行ロボット、特に2足の脚式歩行ロボットにおいては、遊脚を振ると支持脚に鉛直方向軸まわりのトルク（回転モーメント）が発生する。1脚で支持しているときに、その支持脚の足底が路面上で滑らないためには、このモーメントに対抗し得る摩擦トルクを足底に発生させなければならない。図19以下を参照してこれを定量的に考察した例を次に示す。

【0004】 図19はX軸方向（進行方向）に進行する2足歩行の脚式移動ロボットをY軸方向（進行方向に直交する左右方向）から見たものであり、図20はそのロボットをX軸方向から見たものである。ロボットの足部の質量 m_f を10kg、歩隔 h を0.2mとし、足振りパターンを時刻零から加速（離床）して0.2秒後に3m/sに達して0.2秒間その速度を維持した後減速して0.6秒後に速度零になった（着床）と想定すると、足振り加速度 α は、

$$\alpha = 3 \text{ [m/s]} / 0.2 \text{ [s]} = 15 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

となる。従って、スピンの力 F は、

$$\begin{aligned} F &= m_f \cdot \alpha \cdot h \\ &= 10 \text{ [kg]} \times 15 \text{ [m/s}^2\text{]} \times 0.2 \text{ [m]} \\ &= 30 \text{ [N} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

となる。この様に2足歩行の脚式移動ロボットには鉛直方向軸（Z軸）まわりに大きなスピンの力が働く。

【0005】 従って、この発明の第1の目的は、その鉛直方向軸まわりのスピンの力（回転モーメント）に良く対抗してロボットに安定した着地姿勢を取らせることを可能とする脚式歩行ロボットの足部構造を提供することを目的とする。

【0006】 一方、上記の例において、限界摩擦トルクは、接地圧分布を鉛直方向の回転中心からなるべく離すほど大きくとることができるため、例えば接地圧分布を足底の四隅に位置させるのが望ましい。例えば、図21に示す様に、接地面を四隅に設け、それぞれに接地荷重がかかったとし、回転中心が足底の中心位置にあったとすると、限界摩擦トルク T_{max} は、 $T_{max} = \text{接地荷重} \times \text{摩擦係数} \times l$ となる。接地荷重を1000N、摩擦係数を0.3、 $l = 0.12\text{m}$ とすると、

$$T_{max} = 1000 \times 0.3 \times 0.12 \\ = 36 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

となる。この様にスピンの力と限界摩擦トルクとはかなり接近した値となる。

【0007】従って、この発明の第2の目的は、限界摩擦トルクを可能な限り増加させて良くスピンの力に対抗できる様にした脚式歩行ロボットの足部構造を提供することを目的とする。

【0008】更には、脚式歩行ロボットが歩行する路面には多かれ少なかれ凹凸がある。その様な凹凸面で着地時に姿勢を崩すと安定した歩行が期待できない。

【0009】従って、この発明の第3の目的は、凹凸のある路面でも可能な限り脚式歩行ロボットの足底部がなまって着地することができる脚式歩行ロボットの足部構造を提供することにある。

【0010】更には、脚式歩行ロボットにおいて着地時の衝撃は外乱となって姿勢を崩す一因となる。

【0011】従って、この発明の第4の目的は、着地時の衝撃を可能な限り吸収して安定した姿勢を保持することができる脚式歩行ロボットの足部構造を提供することにある。

【0012】更には、脚式歩行ロボット、特に2足歩行の脚式移動ロボットにおいて、足底部は、静止ないしは緩慢に歩行するときはロボットの重心をその足底部に位置させて安定した姿勢を取らせるために大きい方が望ましいが、高速歩行においては足底部を小さくして接地面積を低下させる方が望ましい。

【0013】従って、この発明の第5の目的は、足底部の形状を高速歩行に適した形状とした脚式歩行ロボットの足部構造を提供することを目的とする。

【0014】更には、足底部の接地面積を低下させると、静止時にロボットが不安定となる欠点が生ずる。

【0015】従って、この発明の第6の目的は、足底部の形状を高速歩行に適した形状とすると共に、静止時の安定性も補償した脚式歩行ロボットの足部構造を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決するためにこの発明は例えば請求項1項に示す如く、複数本の可動脚部を備えると共に、その可動脚部の先端に足部を設けて歩行自在とした脚式歩行ロボットにおいて、前記足部の足裏面に着地時の衝撃を緩和する弾性材を貼りつけると共に、該弾性材と足裏面との間に、遊脚の振り出しの反力により支持脚足平に発生する鉛直方向軸まわりの回転モーメントによる前記足裏面の弾性材の変形を低減する手段を設ける如く構成した。

【0017】

【作用】足裏面に着地時の衝撃を緩和する弾性材を貼りつけると共に、足裏面と弾性材との間に着地時に、遊脚の振り出しの反力により支持脚足平に発生する鉛直方向

軸まわりの回転モーメントによる足裏面の弾性材の変形を低減する手段を設ける如く構成したので、鉛直方向軸まわりのスピンの力（回転モーメント）に良く対抗して脚式歩行ロボットに安定した着地姿勢を取らせることができる。

【0018】

【実施例】以下、この発明の実施例を説明する。具体的な説明に入る前に図1と図2を参照してこの発明が前提とする2足歩行の脚式移動ロボットの全体を説明する。図1はそのロボット1を全体的に示す説明スケルトン図であり、左右それぞれの脚部に6個の関節（軸）を備える（理解の便宜のために各関節（軸）をそれを駆動する電動モータで例示する）。該6個の関節（軸）は上から順に、腰の脚部回旋用の関節（軸）10R、10L（右側をR、左側をLとする。以下同じ）、腰の進行方向（Y軸まわりに回転）の関節（軸）12R、12L、同左右方向（X軸まわりに回転）の関節（軸）14R、14L、膝部の進行方向の関節（軸）16R、16L、足首部の進行方向の関節（軸）18R、18L、同左右方向の関節（軸）20R、20Lとなっており、その下部には足部22R、22Lが取着されると共に、最上位には胴体部（基体）24が設けられ、その内部には制御ユニット26が格納される。

【0019】上記において股関節は関節（軸）10R（L）、12R（L）、14R（L）から構成され、また足関節は、関節（軸）18R（L）、20R（L）から構成されると共に、脚部リンクは左右の足についてそれぞれ6つの自由度を与えられ、歩行中にこれらの6×2=12個の関節（軸）をそれぞれ適宜な角度に駆動することで、足全体に所望の動きを与えることができ、任意に3次元空間を歩行することができる様に構成される。尚、股関節と膝関節との間は大腿リンク28R、28Lで、膝関節と足関節との間は大脚リンク30R、30Lで連結される。これらの関節は主として先に述べた様に電動モータと、その出力を倍力する減速機とから構成されるが、その詳細は先に本出願人が提案した出願（特願平1-324218号、特開平3-184782号）などに述べられており、それ自体はこの発明の要旨とするところではないので、これ以上の説明は省略する。

【0020】ここで、図1に示すロボット1において、足首部には公知の6軸力センサ36が設けられ、足部を介してロボットに伝達されるX、Y、Z方向の力成分F_x、F_y、F_zとその方向まわりのモーメント成分M_x、M_y、M_zとを測定し、足部の着地の有無と支持脚に加わる力の大きさと方向とを検出する。また、胴体部24の上部には、一対の傾斜センサ40、42が設置され、X-Z平面内のZ軸に対する傾きとその角速度、同様にY-Z平面内のZ軸に対する傾きとその角速度を検出する。これらセンサ36などの出力は前記した胴体部

24内の制御ユニット26に送られる。

【0021】図2は制御ユニット26の詳細を示すブロック図であり、マイクロ・コンピュータから構成される。そこにおいて傾斜センサ40、42などの出力はA/D変換回路50でデジタル値に変換され、その出力はバス52を介してRAM54に送られる。また各電動モータに隣接して配置されるエンコーダ56、58などの出力はカウンタ60を介してRAM54内に入力されると共に、原点（直立）姿勢決定用の原点スイッチ78などの出力は波形整形回路62を経て同様にRAM54内に格納される。制御ユニット内にはCPU64が設けられており、ROM66に格納されている歩行データを読み込んでカウンタ60から送出される実測値との偏差から電動モータの速度指令値を算出し、D/A変換回路68を介してサーボアンプ70に送出する。また図示の如く、エンコーダ出力はF/V変換回路72を介してサーボアンプに送出されており、マイナーループとしての速度フィードバック制御が実現されている。尚、符号76は進路、歩幅等の歩容変更指令用のジョイスティックを、符号80はオーバラン防止用のリミットスイッチを示す。

【0022】続いて、図3以降を参照してこの発明に係る脚式歩行ロボットの足部構造を具体的に説明する。

【0023】図3ないし図4はこの発明の第1の実施例を示すものであり、図3は前記した足部22（左右対照であるため以下R、Lを省略する）の足底面を示す底面図、図4はそのIV-IV線断面図である。図において、足部22は、進行方向前端と後端とで上方に僅かに湾曲されたプレート100を備える。プレート100の下部には第1の弾性体102が貼付され、その下部には板バネ104が配置され、更にその下部（表面）には第2の弾性体106が貼付される。第1、第2の弾性体102、106はゴム材からなり、足底面の四隅に分散して配置される。ここで第1の弾性体102のゴム硬度は40程度とし、着地時の衝撃（路面反力）を可能な限り吸収させるために比較的柔らかいゴム材から構成する。他方、第2の弾性体106には路面との摩擦力を大きくするために、硬度70～90程度の比較的硬いゴム材を使用する。

【0024】即ち、2種のゴム材を使用して着地衝撃を緩和しつつ路面とのグリップ力を大きくする様に構成するものであるが、この様に足底部を構成すると、前記した鉛直方向軸（Z軸）まわりのスピニング力が作用して着地時に第1の弾性体102が路面に平行なX、Y軸方向に変形して姿勢を不安定にする恐れがある。ここで板バネ104を2つの弾性体間に介挿したのはその変形を防止するためである。即ち、板バネ104は図示の如く部分的に切欠かれるも、足底面全体を略覆う様に一体的に構成され、ビス108、108を介して足部プレート100に固定される。その結果、X軸ないしはY軸方向の外

力が作用したときも良くそれに対抗することができ、第1弾性体102が着地時に変形して衝撃を吸収するとき、その変形方向をZ軸方向に規制し、X、Y軸方向への変形を防止することができ、安定した姿勢で着地することを可能とする。更に、第2弾性体106を介して路面との間に強固な摩擦力を得ることができる。

【0025】また図示の如く、第1、第2の弾性体102、106を足底部の四隅に分散して配置したことから、図21に関して述べた様に、接地圧分布を回転中心（図3に示すA位置）から離すことができ、摩擦トルクを増加させることができる。更に、四隅に配置したことで、図4に示す如く、路面に多少の凹凸があってもその凹凸面に良くならって着地することができ、安定した姿勢を保持することができる。

【0026】図5ないし図6はこの発明の第2の実施例を示すものであり、第1実施例と相違する点は、第1弾性体102の変形をZ軸方向に規制する手段として、板バネに代えてバネダンパ機構を設けたことである。即ち、足部22のプレート100にはシリンダ状部材112が4箇所設けられると共に、それに係合するピストン状部材114を備えた弾性体片116を4個、上下方向に対向的に配置した。弾性体片116は、第1実施例と同様の第1弾性体102と第2弾性体106とから構成する。ここでシリンダ状部材112とピストン状部材114との間にはバネ118が弾装されるので、下位の弾性体片116の着地衝撃を緩和する第1弾性体102はZ軸方向にのみ変位して安定な着地を可能とすると共に、第2弾性体106によって強固なグリップ力を得ることができる。

【0027】図7ないし図9はこの発明の第3の実施例を示すものであり、着地時のX、Y軸まわりの回転モーメントによる衝撃を緩和する様にした。即ち、足部プレート100は大略平面正方形に突設されてそこにシリンダ状部材122を形成する。他方、前記した6軸力センサ36に連続する脚部リンクは断面逆Ω状のピストン状部材124に固定され、ピストン状部材124はシリンダ状部材122内にZ軸方向に多少の間隙126を有して収容される。ピストン状部材124と足部プレート100の間には硬質ゴムブッシュからなる第3の弾性体128が90度間隔で4個配置される。更に、ピストン状部材124のフランジ124aとの間にはX、Y軸方向に若干の間隙130が形成されると共に、フランジ下部にはプラスチック材からなる摺動体132が、シリンダ状部材122の壁面に摺動自在に配置される。第3の弾性体128と摺動体132とは、ビス134を介して足部プレート100とピストン状部材124とに固定される。

【0028】従って、足部22が路面と接触して図8に示す如く、Y軸まわりのモーメントを受けたとき、ピストン状部材124は第3弾性体128を変形させてモー

メントが作用する方向に想像線で示す如く前(後)傾し、そのモーメントを吸収する。これはX軸まわりのモーメントを受けたときも同様である。更に、図9から明らかな如く、シリンダ状部材122は平面略正形状となっていることから、Z軸まわりのモーメントを受けたときはそれに対抗することができ、前記したスピニング力を低減することができる。更に、この例の場合には4個の第3弾性体128のゴム硬度を同一にさせても良いが、望ましくはX軸方向とY軸方向(図9において弾性体128a, bと128c, d)とでゴム硬度を相違させ、X軸方向とY軸方向の対モーメント特性を相違させる。尚、足部プレート100の下部には第1、第2の弾性体102, 106を分散配置し、衝撃緩和と摩擦力とを増加させる様にしたことは第1、第2実施例と異ならない。但し、この例の場合にはピストン状部材124が第1弾性体102と直接接合していないことから、第1弾性体102のZ軸まわりのモーメントを抑制することは困難である。

【0029】図10ないし図12はこの発明の第4の実施例を示す。図10はこの実施例における足部22の平面形状を示す上面図であるが、図示の如く、足部22の平面形状を、進行方向の前端と後端とで狭小にした。先に述べた様に、ロボットの歩行速度が上がると姿勢のバランスは上体で取る様になり、足部は単に路面を蹴って前方に駆動する力を与えれば良いことになり、その意味では接地面積を低下させるのが望ましい。またそれとは別に、図3ないし図9に示した様に足部の平面形状を大略矩形状とすると、路面形状によってはその角部から接触して姿勢を崩す一因となる。従って、この実施例の場合にはこれらの意図から足部の前後端で角部を落として幅狭に構成した。

【0030】更に第4実施例において特徴的なことは、足部22の幅狭にした部位に図10、図11に示す如く、所要のときに作動して姿勢支持をアシストする可変機構140を設けたことにある。図12はその可変機構140を良く示す拡大説明断面図であり、同図に従って説明すると、足部プレート100は第3実施例と同様に脚部リンクに係合する位置付近で突設され、そこにシリンダ142が形成される。シリンダ142に係合するピストン144には、6軸力センサ36を介して脚部リンクが固定される。また足部プレート100において幅狭にされた部位付近には突起100aが形成され、そこに第2のシリンダ146が4個形成され、そのそれぞれには先端に平面略三角形の支持片148を備える第2のピストン150に係合される。支持片148は、足部プレート100と回動自在にヒンジ結合されている。第1のシリンダ142内の室152と第2のシリンダ146内の室154には油、空気などの流体が收容されており、パイプ156で連通される。

【0031】この構成において、遊脚側の足が着地する

と、ロボットの自重が働いて第1のピストン144を下方に押し下げ、その結果室152内の流体はパイプ156を通して第2のピストン150に作用してそれを下方に押し下げ、よって支持片148は足部プレート100との結合部を中心に回動されて路面に接地し、姿勢保持をアシストする。次いで、その支持脚が離床すると第1のピストン144は上方に移動して室152内の圧力が低下し、そこに第2シリンダ146より流体が復帰して支持片148を図11に示す様に上方に後退させる。かかる構成によって可変機構140はその支持片148をロボットの自重を支持するときのみ下方に駆動して動作させ、それ以外の場合には上方に後退させることから、着地の際にも支障とならず、路面と接触して姿勢を崩す一因となることがない。尚、足底部に第1、第2の弾性体102, 106を分散配置するのは従前の実施例と同様である。

【0032】図13はこの発明の第5の実施例を示しており、可変機構140の別の例を示す。即ち、足部プレート100にベルクランク160を回動自在に固定した。ベルクランク160の一端を拡張して扇形部160aを形成し、そこにギヤ列を刻設してウォームホイール162と連結する。ウォームホイール162を電動モータ164の出力軸に接続し、前記した制御ユニット26において歩行周期に同期して電動モータ164を駆動してベルクランク160を進退させ、支持期のみ姿勢補助をアシストする様に構成した。

【0033】図14はこの発明の第6の実施例を示しており、可変機構140の別の例を示す。この例の場合にはベルクランク170にコイルバネ172を装着して突出位置に付勢すると共に、ベルクランク170の扇形部170aを適宜な制動手段172を介して突出位置に固定する様に構成した。

【0034】図15はこの発明の第7の実施例を示しており、可変機構140として弾性材からなる突起180を板バネ182を介して足部プレート100に装着した。この例の場合には、板バネ182の特性を最適に設定すると共に、可変機構の配置個数を増加することで、離床時にはロボット自重によって後退させ、支持期にはアシストすることが可能となる。

【0035】図16はこの発明の第8の実施例を示しており、可変機構として第6実施例に似たベルクランク190を使用する例を示す。作用、効果は第7実施例に類似する。

【0036】図17はこの発明の第9の実施例を示しており、足部22の平面形状を後端部のみ幅狭に構成した。かかる例においても第4実施例と同様に接地面積を減少させることができ、高速歩行に適した足部構造となる。

【0037】図18はこの発明の第10の実施例を示しており、第4実施例に示した足部22に第1実施例で示

した板バネ104を装着した例を示す。効果は、第1実施例と第4実施例を総合したものとなる。

【0038】上記した第1ないし第10実施例において種々の例を示したが、第10実施例で述べた他にも各実施例を組み合わせて足部構造を構成しても良い。

【0039】更には、この発明を2足歩行の脚式移動ロボットについて説明したが、それに限られるものではなく、3足以上の脚式歩行ロボットにも妥当する。

【0040】

【発明の効果】請求項1項にあつては、複数本の可動脚部を備えと共に、その可動脚部の先端に足部を設けて歩行自在とした脚式歩行ロボットにおいて、前記足部の足裏面に着地時の衝撃を緩和する弾性材を貼りつけると共に、該弾性材と足裏面との間に、遊脚の振り出しの反力により支持脚足平に発生する鉛直方向軸まわりの回転モーメントによる前記足裏面の弾性材の変形を低減する手段を設ける如く構成したので、鉛直方向軸まわりのスピナ（回転モーメント）に良く対抗して脚式歩行ロボットに安定した着地姿勢を取らせることができる。そして回転モーメントを低減する手段の具体的な構成は、請求項2項と3項とに記載する如くした。

【0041】請求項4項記載の脚式歩行ロボットの足部構造にあつては、前記足裏面の最表層に、前記遊脚の振り出しの反力により支持脚足平に発生する鉛直方向軸まわりの回転モーメントに対抗する接地力を増加させる第2の弾性材を分散して配置する如く構成したので、限界摩擦トルクを可能な限り増加させて良くスピナに対抗することができると共に、接地路面に凹凸があるときも凹凸面にならって着地し、安定した着地姿勢を得ることができる。

【0042】請求項5項にあつては、複数本の可動脚部を備えと共に、その可動脚部の先端に足部を設けて歩行自在とした脚式歩行ロボットにおいて、前記足部の先端に足平部を弾性材を介して装着し、着地時に足平部に進行方向またはそれに直交する左右方向の軸まわりに発生する回転モーメントに応じて足平部と足部とを相対移動させ、よって着地時の衝撃を緩和する様に構成したので、着地時の衝撃を低減して安定した着地姿勢を得ることができる。

【0043】請求項6項記載の脚式歩行ロボットの足部構造にあつては、前記弾性材の弾性係数を進行方向に位置するものと左右方向に位置するものとで相違させる様に構成したので、進行方向と左右方向とで対モーメント特性を相違させ、歩行態様に応じて最適に設定することができる。

【0044】請求項7項にあつては、複数本の可動脚部を備えと共に、その可動脚部の先端に足部を設けて歩行自在とした脚式歩行ロボットにおいて、前記足部の平面形状を進行方向の前端部または後端部の少なくともい

に良く適した足部構造を実現できると共に、滑らかに着地させることができ安定した着地姿勢を得ることができる。

【0045】請求項8項記載の脚式歩行ロボットの足部構造にあつては、前記した幅狭にした部位に、前記ロボットの自重支持期に接地面積を増大する機構を備える如く構成したので、減少された接地面積を良く補償して高速歩行時においても安定した姿勢を保持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明が前提とする脚式歩行ロボットを全体的に示す概略図である。

【図2】図1に示す制御ユニットの説明ブロック図である。

【図3】この発明の第1実施例を示す足部の底面図である。

【図4】図3のIV-IV線断面図である。

【図5】この発明の第2実施例を示す足部の底面図である。

【図6】図5のVI-VI線断面図である。

【図7】この発明の第3実施例を示す足部の底面図である。

【図8】図7のVIII-VIII線断面図である。

【図9】図8のIX-IX線断面図である。

【図10】この発明の第4実施例を示す足部の上面図である。

【図11】図10のXI-XI線断面図である。

【図12】図10の可変機構の詳細を示す拡大説明断面図である。

【図13】この発明の第5実施例を示す可変機構の別の例を示す説明図である。

【図14】この発明の第6実施例を示す可変機構の別の例を示す説明図である。

【図15】この発明の第7実施例を示す可変機構の別の例を示す説明図である。

【図16】この発明の第8実施例を示す可変機構の別の例を示す説明図である。

【図17】この発明の第9実施例を示す足部の底面図である。

【図18】この発明の第10実施例を示す足部の底面図である。

【図19】この発明が前提とする脚式歩行ロボットのスピナを説明するためのロボットを左右方向から見た説明図である。

【図20】図19と類似するものであつて、ロボットを進行方向から見た説明図である。

【図21】この発明が前提とする摩擦トルクを増加するための接地圧分布を示す説明図である。

【符号の説明】

脚式移動ロボット（2足歩行ロボ

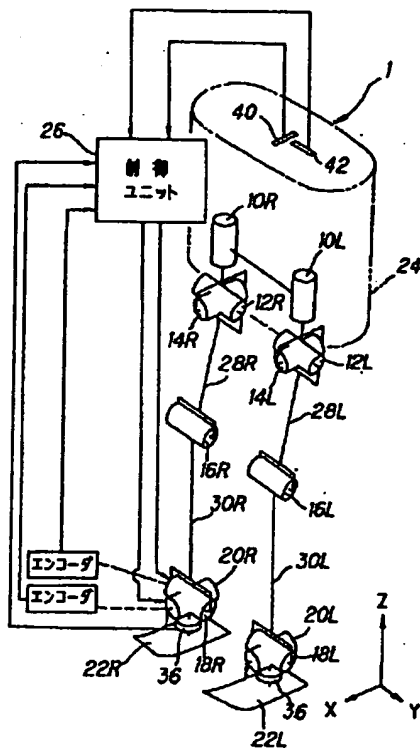
11

ット)
 22R, 22L 足部
 24 胴体部
 26 制御ユニット
 100 足部プレート
 102, 106 第1、第2弾性体
 104 板バネ
 112, 122 シリンダ状部材

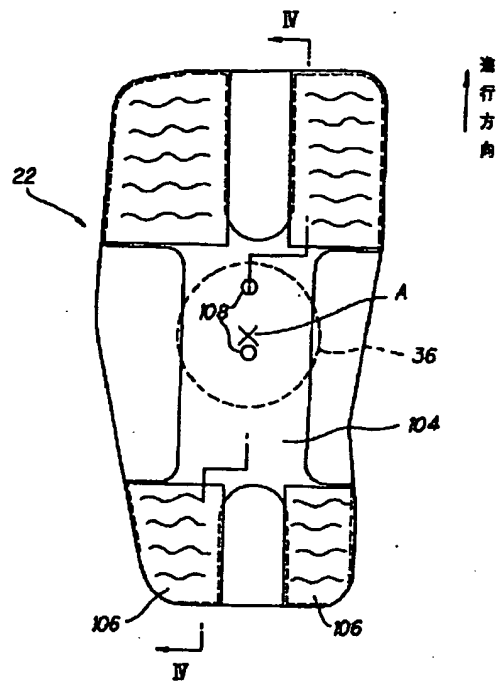
12

114, 124 ピストン状部材
 128 第3弾性体
 132 摺動体
 140 可変機構
 142, 146 シリンダ
 144, 150 ピストン
 160, 170, 190 ベルクランク

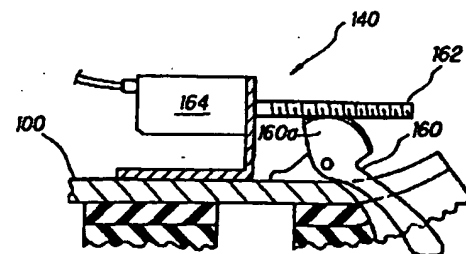
【図1】



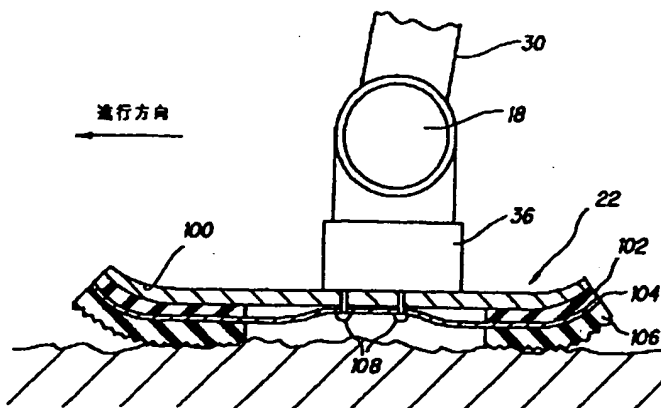
【図3】



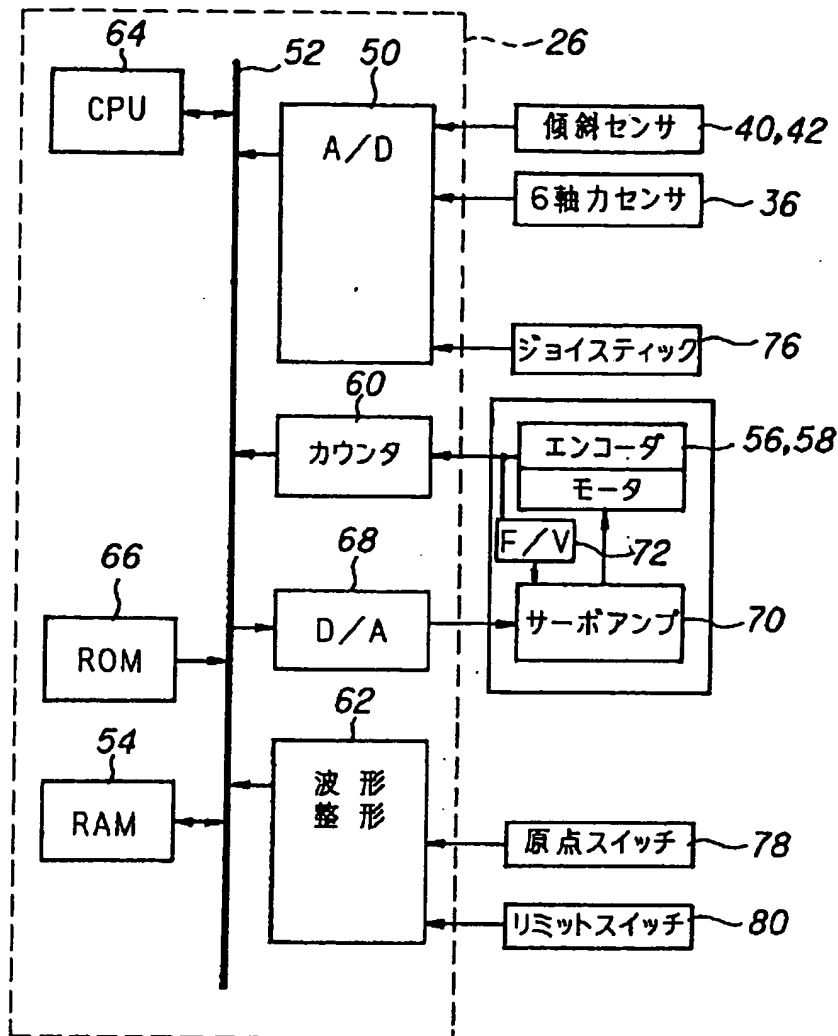
【図13】



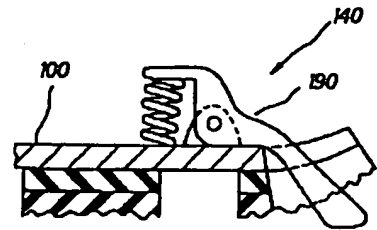
【図4】



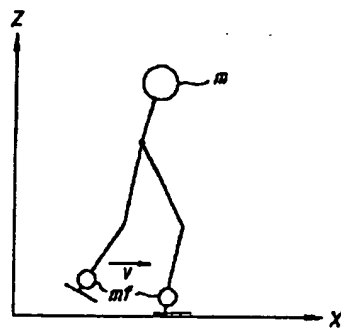
【図2】



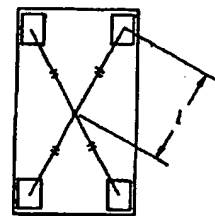
【図16】



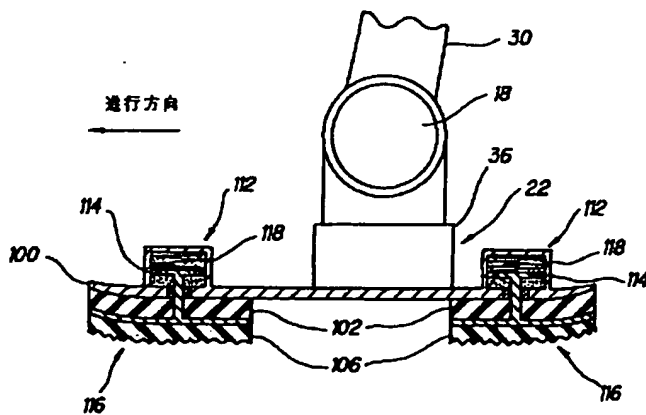
【図19】



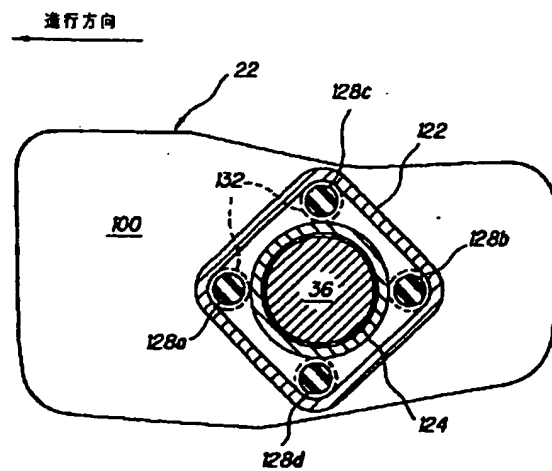
【図21】



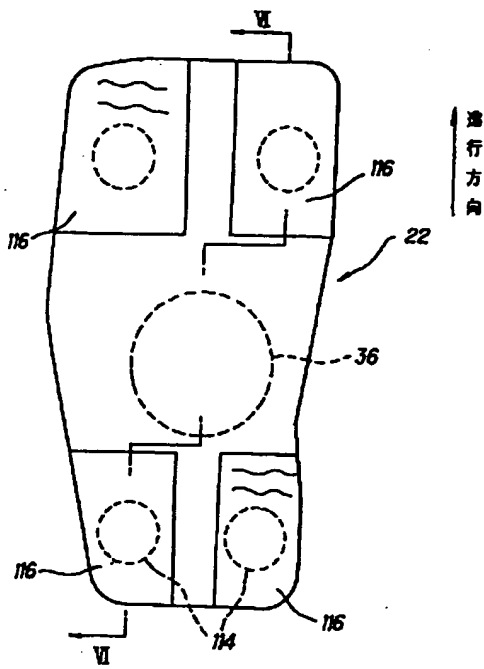
【図6】



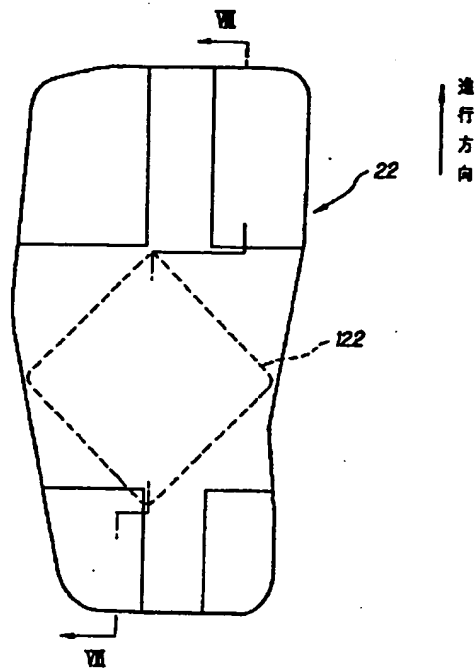
【図9】



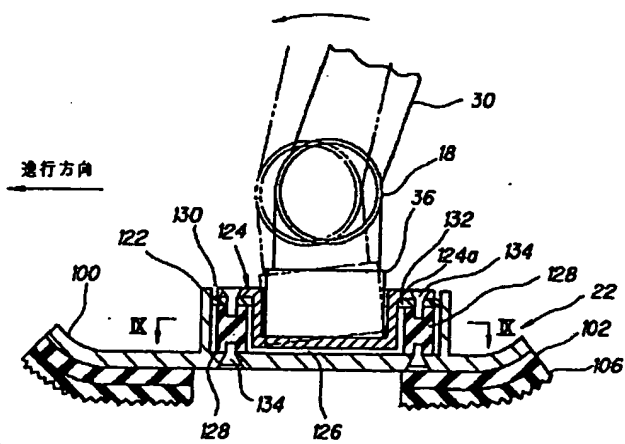
【圖5】



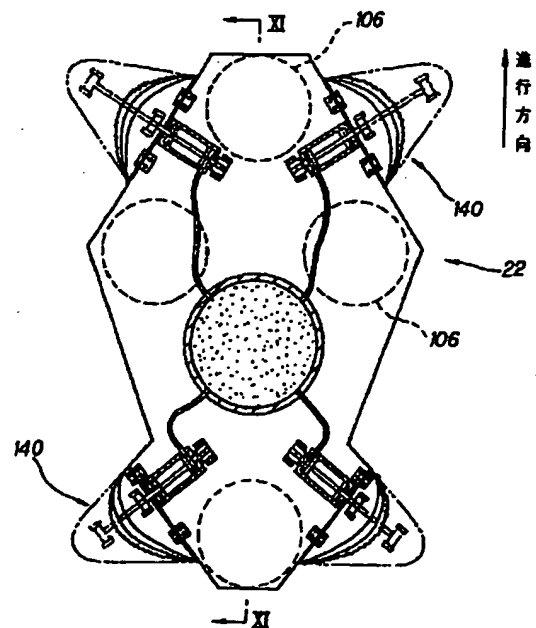
【圖7】



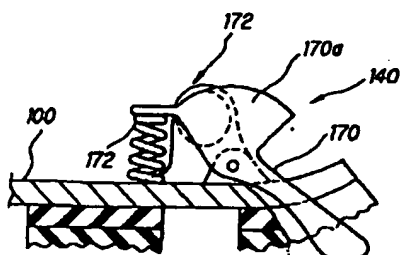
【圖8】



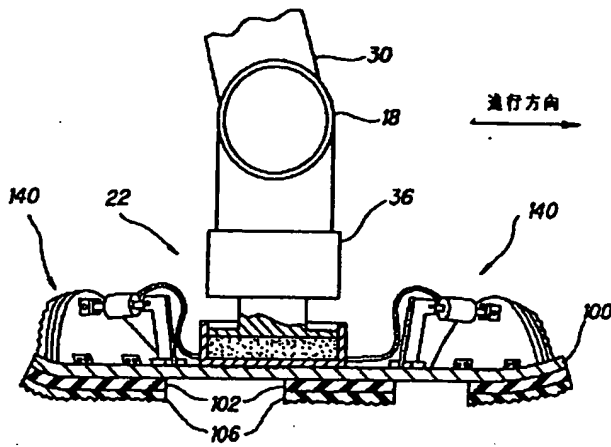
【圖10】



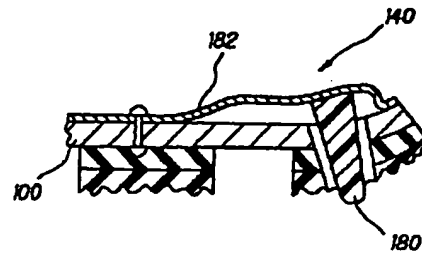
【圖14】



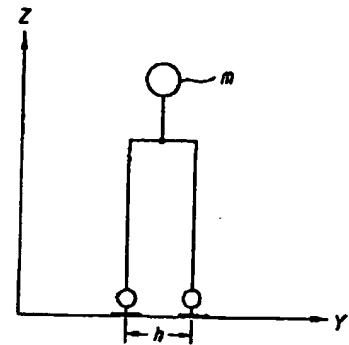
【図11】



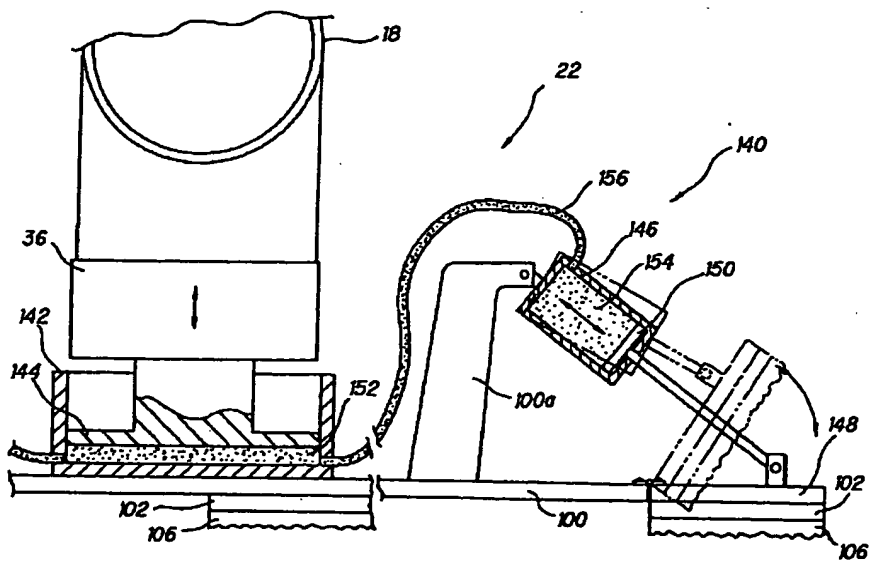
【図15】



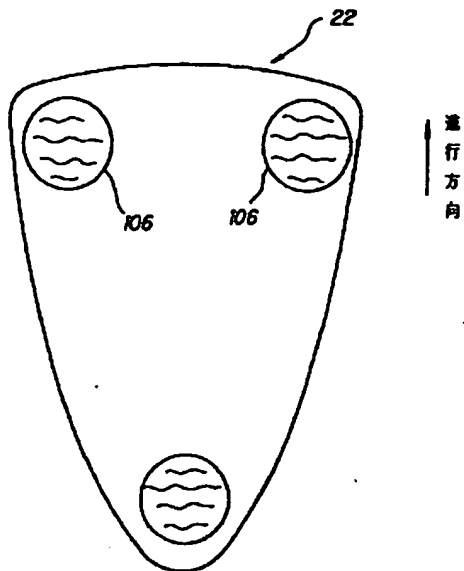
【図20】



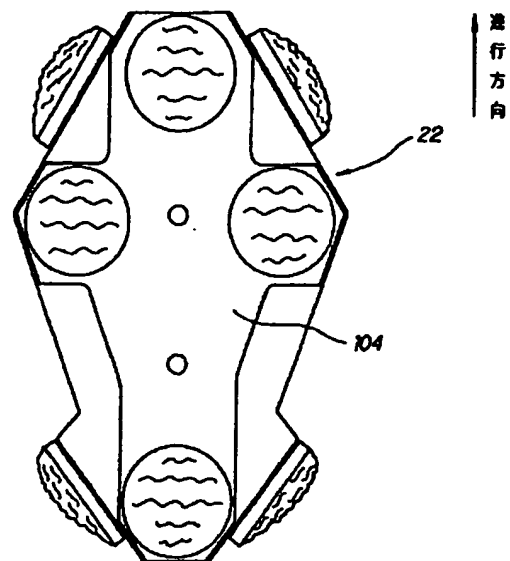
【図12】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

- (72)発明者 竹中 透
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
- (72)発明者 西川 正雄
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
- (72)発明者 高橋 忠伸
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.